

초음파 모터의 응용

-최근에 출원된 일본 특허를 중심으로-

임기조*, 강문성**
 (*충북대 전기공학과 교수
 **청주대 전자공학과 조교수)

1. 서 론

초음파 모터는 최근 10여년간 활발히 연구되어 왔으나 그 연구의 역사는 電磁式 모터에 비해서 매우 일천한편이고, 동작 특성 등에 대한 이론적 이해도 충분하지 않은 상태이며, 널리 실용화 되기에는 수명, 효율, 가격 등의 측면에서 해결해야할 과제가 많다. 그러나 이 모터는 저속에서 높은 토크의 발생, 감속 기어의 불필요, 자기 유지 기능(brakeless), 기계적 시정수가 매우 짧고, 정밀 위치 제어가 가능하며, 단위 중량당 발생 토크 및 출력이 큰 점, 단순한 구조로서 형상의 자유도가 크며, 리니어 모터의 실현이 용이하고, 자계와 무관하며, 정속 운전이 가능한 점 등의 많은 특유의 장점을 갖고 있기 때문에 전술한 문제점에도 불구하고, 응용 분야만 잘 선정되면 전자 모터를 채용하는 경우보다 훨씬 유리한 시스템의 구현이 가능하며, 문제점 극복을 위한 앞으로의 연구 진척에 따라 그 응용 범위도 크게 확대될 것으로 기대 된다.

본고는 모터를 채용해야하는 시스템의 개발 및 성능 개선시 초음파 모터의 적용 타당성을 판단하는 하나의 참고 자료를 관련 연구자, 기술자에게 제공할 목적으로 초음파 모터의 활용에 가장 적극적이며 앞서 있는 일본에서 출원된 최근의 공개 특허 및 실용 신안 특허를 중심으로 초음파 모터의 응용 분야를 살펴 보고자 한다.

다음에 상술할 각 응용면을 종합하면 표 1과 같다. 주로 정밀기기(카메라, 시계), 사무기(복사기, 프린

터), 자동차 관련이 많음을 알 수 있다.

표 1. 초음파 모터의 종류 및 응용 종합

응 용	초음파 모터
자동초점 카메라 mirror 조리개 필름 감는 장치 내시경	원환 진동형 굴곡파 진동형 굴곡파 진동형 굴곡파 진동형 굴곡파 진동형
종이 전송 장치 카드 반송 장치 전자 시계 씨트(seat) 구동 헤드레스트(head-rest)	리니어 진행파형 리니어 진행파형 원환 진동형 원환 진동형 굴곡파 진동형
door-mirror door-lock 커튼의 구동 장치 자동차 의자 자동개폐 미달이	리니어 진행파형 굴곡파 진동형 리니어 진행파형 굴곡파 진동형 리니어 진행파형
반송장치 가구 이동 장치 액츄에이터 조리기 테이프 레코더 배터플라이 밸브	리니어 진행파형 리니어 진행파형 - 굴곡파 진동형 굴곡파 진동형 굴곡파 진동형

2. 초음파 모터의 응용

2.1 자동초점카메라

카메라의 자동 초점 조작용 모터로서의 응용은 캐논

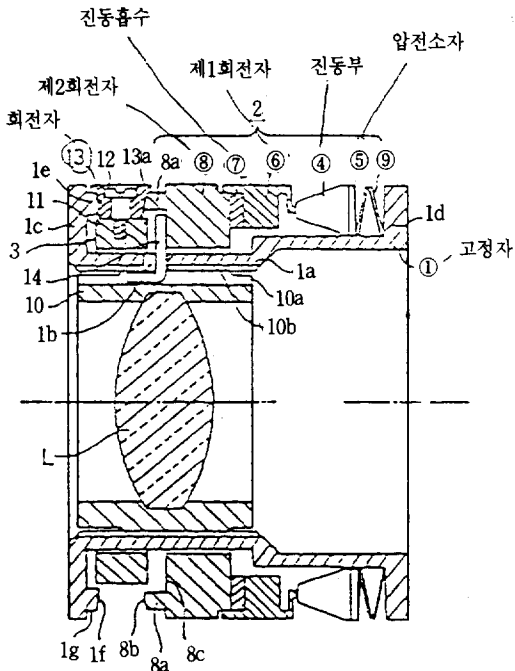


그림 1. 카메라 자동 초점

사의 카메라 EOS-1이 최초이며 빠른 초점 동작이 높이가 평가 되었다. 캐논사 외에 올림퍼스 光學工業株式會社, 니콘 주식회사에서도 제안 하였으며, 치열한 개발 경쟁이 예상된다. 모터의 종류는 진행과형 圓環

진동형이며, 원환 중에 렌즈가 들어가 있다.

그림 1은 캐논사의 특허 설명도이다. 초음파 모터의 진동자는 4, 압전 소자는 5이며, 회전자 6, 8이 회전한다. 8에 직결된 10도 회전하게 된다. 10에는 10b의 수나사가 있어서 1의 고정 筒의 암나사에 의해 先軸 2를 따라 움직여서 초점을 맞추게 된다.

동일한 용도의 특허 중 1990년에 공개 특허 출원이나 공개 실용신안 출원된 것은 다음과 같다.

- 0 特開 平 2-206367 진동과 모터(캐논사)
- 0 特開 平 2-206368 진동과 모터(캐논사)
- 0 特開 平 2-214477 진동과 장치(캐논사)
- 0 特開 平 2-219475 진동과 장치(캐논사)
- 0 特開 平 2-253216 진동과 모터 내장형 렌즈 鏡筒의 모터 베어링 구조(캐논사)
- 0 特開 平 2-253217 진동과 모터 내장형 렌즈 鏡筒의 모터 레어링 구조(캐논사)
- 0 特開 平 2-23071 진동과 모터(올림퍼스사)
- 0 特開 平 2-60471 진동과 모터(올림퍼스사)
- 0 特開 平 2-70275 진동과 모터(올림퍼스사)
- 0 實開 平 2-69307 렌즈의 구동기구(알프스)
- 0 實開 平 2-70275 렌즈의 초점조절기구(알프스)

2.2 기타 카메라 응용

자동 초점 외에 거울, 조리개, 필름 감기 등에 초음

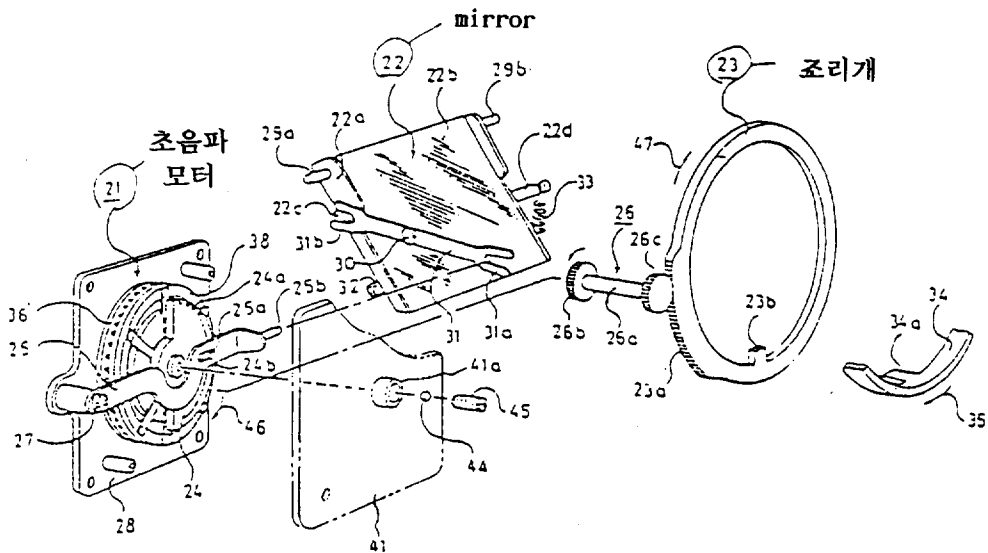


그림 2. 거울, 조리개

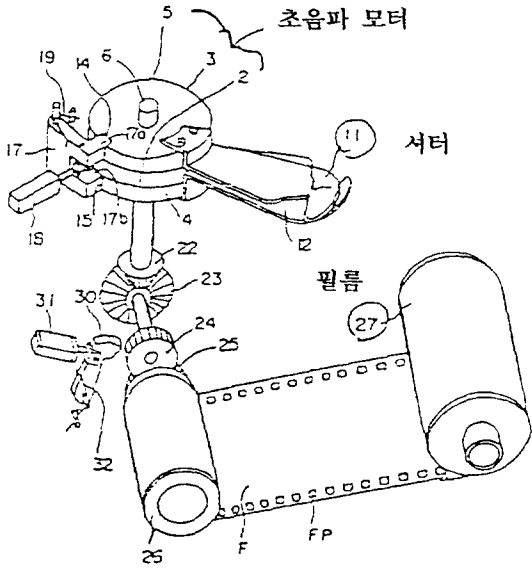


그림 3. 필름 감기와 셔터 구동

파 모터를 이용하는 고안이 제안되었다. 그림 2는 그 일예이다. 21의 굴곡과 진동형 초음파 모터에 의해 22의 거울, 23의 조리개가 움직인다. 그림 3도 그의 일예이다. 5의 초음파 모터에 의해 11의 셔터 날개가 움직이며, 26의 스풀이 필름을 감는다.

동일한 응용의 특허 중, 1989~1990년에 출원된 것은 다음과 같다.

- 0 特開 平 1-268463 초음파 모터 사진 필름(이 발명은 셔터, 필름 감는 장치, 자동 초점 가능)
- 0 特開 平 2-118557 mirror, 조리개 등, 카메라 구동장치(Kyocera)
- 0 特開 平 2-285333 조리개 장치(올림퍼스)

2.3 내시경

내시경은 脛에 삽입하여 위벽의 전부를 탐색할 수

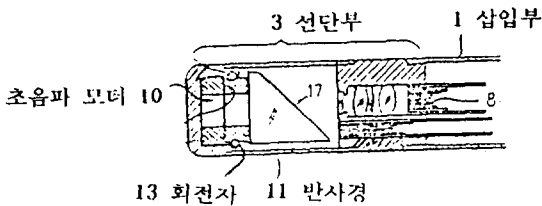


그림 4. 내시경

있어야 한다. 렌즈는 360° 회전하여야 하며, 또 상하로 이동할 수 있어야 한다. 렌즈의 360° 회전은 일반적으로 조작자가 기계적 핸들 조작에 의하고 있다. 그러나 초음파 모터는 좁은 공간에도 설치가 가능하기 때문에, 렌즈 가까이 모터를 설치하여, 프리즘을 회전시킴으로서, 기계적 조작을 행하지 않고 전동 조작만으로 360°의 관찰이 가능하게 하는 장점이 있다.

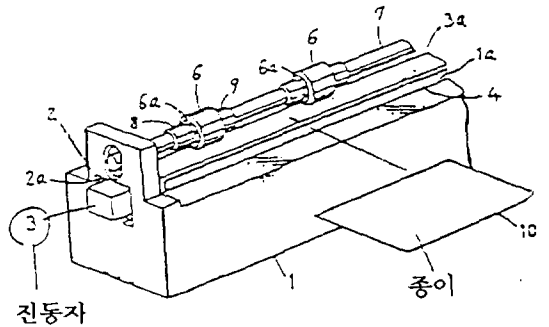
그림 4에서는 10의 굴곡과 진동형 초음파 모터를 회전시켜, 프리즘 17를 회전시켜 360° 관찰을 할 수 있다.

동일한 응용의 특허 중, 1989~1990년에 출원된 것은 다음과 같다.

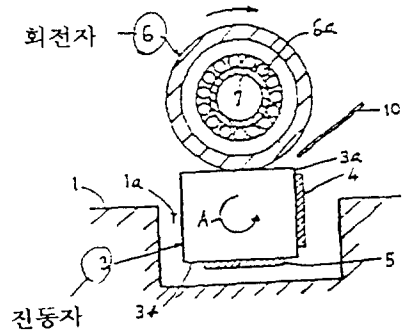
- 0 實開 平 1-67616 내시경(올림퍼스)
- 0 實開 平 1-68003 내시경(올림퍼스)
- 0 實開 平 1-69206 내시경(올림퍼스)
- 0 特開 平 2-70275 진동파 모터(올림퍼스)

2.4 복사기, 프린터의 종이 전송 장치

복사기, 프린터의 종이 전송 장치는, 일반적으로 전



(a)



(b)

그림 5. 종이 전송 장치

자 모터를 사용하고, 톱니바퀴나 벨트에 의해 종이 전송롤러를 회전시키는 방식인데 소비 전력이 크다. 최근 박형화된 휴대용 워드프로세서등에서는 電池에 여유가 없으므로 초음파 모터의 이용이 고려되어 왔다. 초음파 모터의 진동자를 직접 종이에 접촉시켜 이송할 수 있으므로, 톱니바퀴나 벨트와 같은 에너지 전달기가 없기 때문에 효율이 높고, 전지의 소모가 적다.

그림 5는 리니어 진행파형 모터를 사용한 일례이다. 3은 棒狀의 진동자인데, 그림 5(b)에 그 단면이 표시되어 있듯이, 압전 소자가 붙여져 있고, 위상차를 가진 교류를 인가하면 화살표 방향으로 진동이 발생되어 종이가 전송된다.

실용신안 중, 1989-1990년에 공개된 것을 정리하면, 다음과 같다.

- 0 特開 平 1-264868 종이 전송 장치(村田製作所)
- 0 特開 平 1-274674 초음파 쉬트(sheet) 전송 모터(東北金屬)
- 0 特開 平 1-315275 초음파 모터(日本電氣)
- 0 特開 平 1-315276 초음파 모터(日本電氣)
- 0 特開 平 2-8127 종이 전송 장치(戶田耕司)
- 0 特開 平 2-209339 종이 전송 장치(松下電器)
- 0 特開 平 2-209340 종이 전송 장치(松下電器)

2.5 카드 반송 장치

자동 판매기 등에 설치되어 있는 카드 리더는 카드 삽입구에 삽입된 카드를 끌어들이며, 처리하고, 서비스 종료 후, 카드 반출구로 반출시키게 되는데, 카드 반

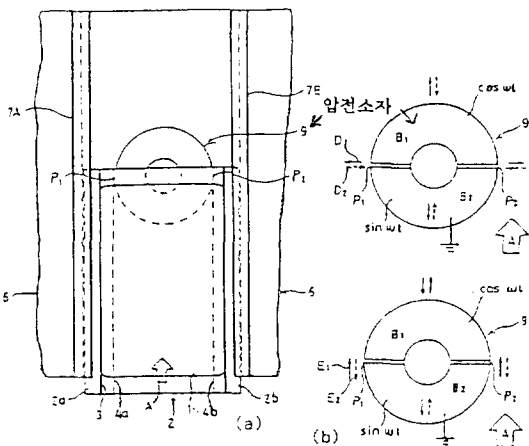


그림 6. 카드 반송 장치

송 장치는 일반적으로 구동 모터와 磁氣 카드를 이동시키는 롤러나, 반송 벨트 등의 반송 수단이 필요하다. 이 외에 베어링, 톱니바퀴, 플리 등의 많은 부품이 필요하고 생산시 조급 공정수도 많다.

또 모터나 롤러의 크기에 제한을 받아 소형화가 한계가 있다. 이 경우 리니어 진행파형 초음파 모터로 대체하면 부품수 및 조립 공정수를 대폭 저감할 수 있다.

그림 6은 그 일례이다. 9는 압전 소자로 그림 6(b)와 같이 분할하여 위상이 다른 교류를 인가하면, 타원 진동이 발생한다. 이 진동에 의해 磁氣 카드가 삽입된다.

동일한 응용의 특허 중, 1990년에 공개된 것을 정리하면 다음과 같다.

- 0 特開 平 2-215629 카드 반송 장치(田村電機製作所)
- 0 特開 平 2-215630 카드 반송 장치(田村電機製作所)
- 0 特開 平 2-215631 카드 반송 장치(田村電機製作所)
- 0 特開 平 2-215633 카드 반송 장치(田村電機製作所)
- 0 特開 平 2-215634 카드 반송 장치(田村電機製作所)

2.6 전자 시계

지침식의 전자 시계는 지침의 구동원으로 모터를 사용하기 때문에 전자계의 영향을 받기 쉬워, 誤동작의 원인이 된다. 또, 다수의 톱니바퀴가 필요하므로 조립

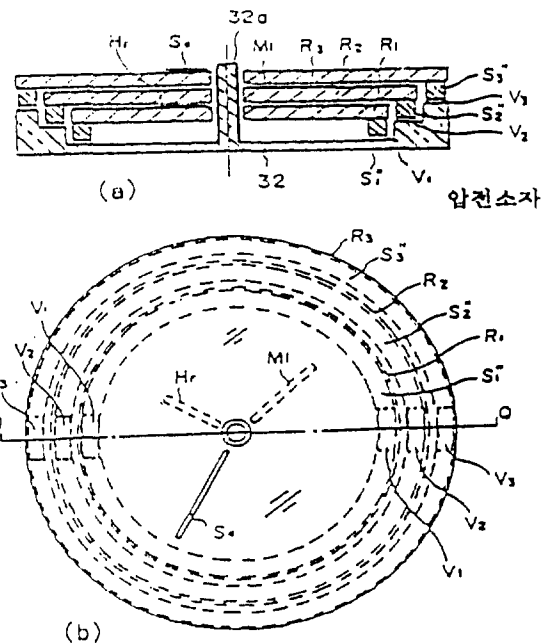


그림 7. 전자 시계

이 복잡하여 신뢰성에 문제를 발생시킬수 있으며, 생산 비용도 상승하게 된다. 초음파 모터를 이용하면 위의 문제점은 해결할 수 있다. 전자시계는 비교적 자유도가 크므로, 다양한 종류의 초음파 모터의 응용이 가능하다. 그림 7은 원환 진동형이다. V_1, V_2, V_3 는 압전 소자로 원환 S'_1, S'_2, S'_3 에 접촉되고, 진동파를 발생한다. R_1, R_2, R_3 는 회전자로 투명하다. 그 표면에는 시침, 분침, 초침이 그려져 있다.

1988-1990에 출원된 것은 다음과 같다.

- 0 實開 昭 63-113990 전자 시계 CASIO
- 0 實開 昭 63-113991 전자 시계 CASIO
- 0 實開 昭 63-118591 전자 시계 CASIO
- 0 實開 平 1-93589 파동 모터를 사용한 전자시계 (SEIKO 電子)

2.7 자동차 부품

자동차가 고급화됨에 따라, 종래 수동조작이 자동으

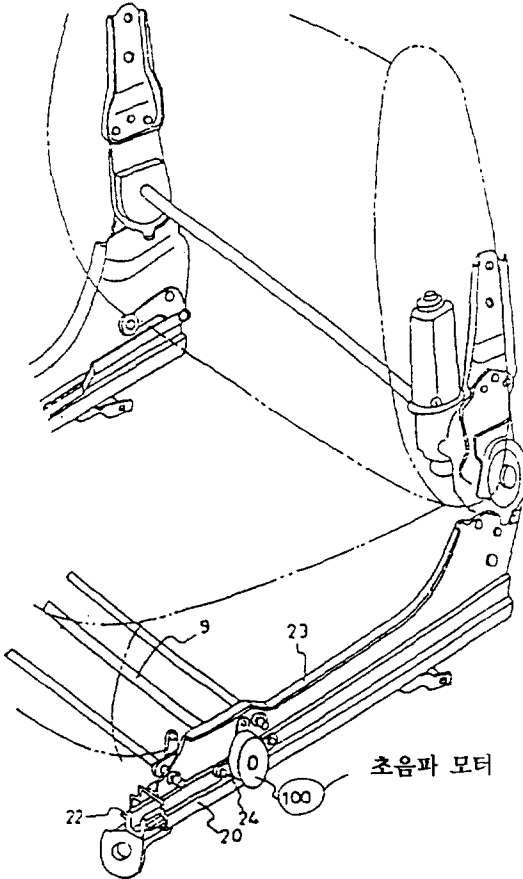


그림 8. 시트 구동

로 대체되고 있다. 또 한편 구동 모터를 소형화하여 이용 공간을 넓게 확보하려는 요구도 강하다. 이러한 목적으로 초음파 모터가 적합하므로, 그 응용을 위한 고안이 활발히 진행되고 있다.

그림 8은 씨트(seat) 구동을 위하여 특수하게 설계한 굴곡과 진동형 초음파 모터이다. 100은 초음파 모터이다. (實開 平 -315270).

이외에 원환형 초음파 모터를 이용하여 헤드레스트의 위치조정을 자동화시킨 고안(實開 平 2-119838)도 있으며 도어 미러 조정모터(實開 平 3-64541) 또는 도어록 구동모터(特開 平 1-2340667)에 초음파모터를 응용한 고안도 있다.

2.8 이동 장치

물체를 이동시키는 수단으로 초음파 모터를 이용하는 고안이 많이 제출되고 있다. 이 고안들도 초음파 모터의 콤팩트성을 이용한 것이다. 그림 9는 커텐의 구동 장치이다. 커텐 레일 중에 리니어 진행파형 초음파 모터 14를 삽입하고 압전 소자 16, 17에 신호를 주어 동작하는 것이다. 그림 10은 로봇트 조작, 태양 추적 등에 이용되는 액츄레이터이다. 압전 소자를 구면의 내면에 설치하여 위치 제어를 행한다. 압전 소자는 7c, 7d이다(特開 平 1-318563 日立製作所).

그 외 다음의 특성이 있다.

- 0 特開 平 1-117669 굴곡과 진동형 모터 휠체어
- 0 特開 平 1-187282 리니어 진행파형 모터 자동개폐 미닫이
- 0 特開 平 1-276720 리니어 진행파형 모터 반송장치
- 0 特開 平 1-317916 리니어 진행파형 모터 가구 이동 장치

2.9 가전제품

초음파 모터가 소형인 점을 이용하여, 기기의 소형

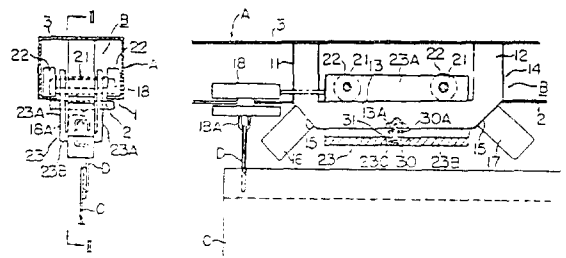


그림 9. 커텐 구동 장치

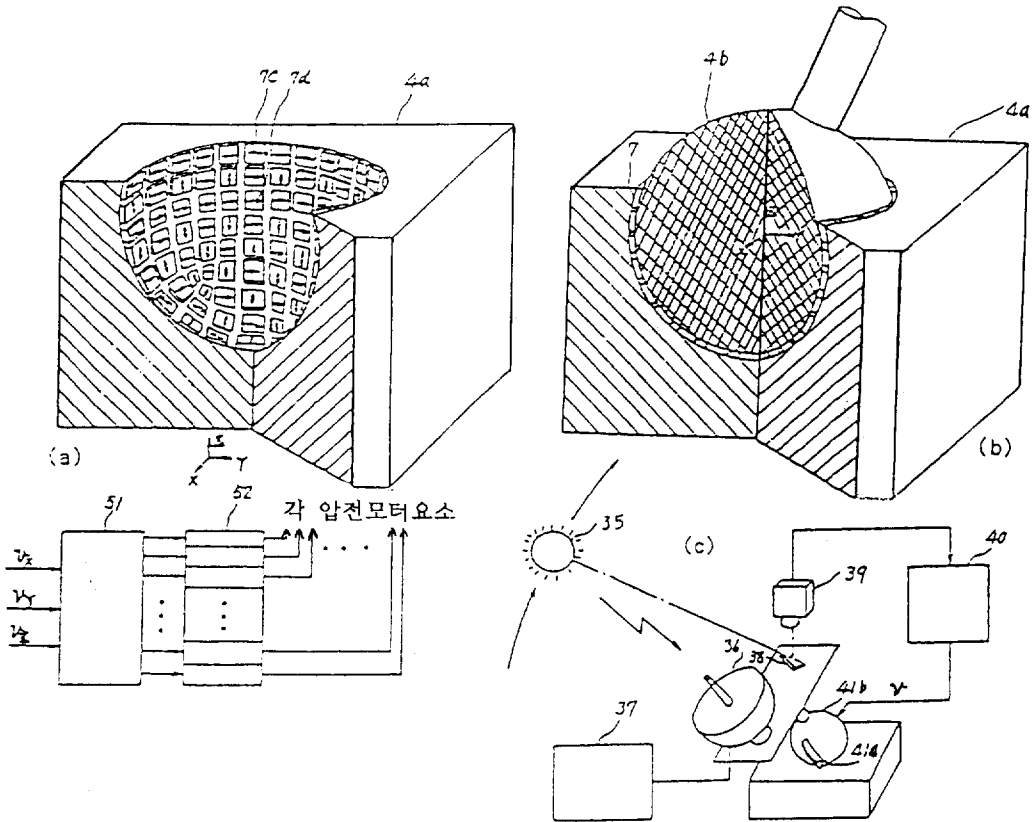


그림 10. 액츄에이터

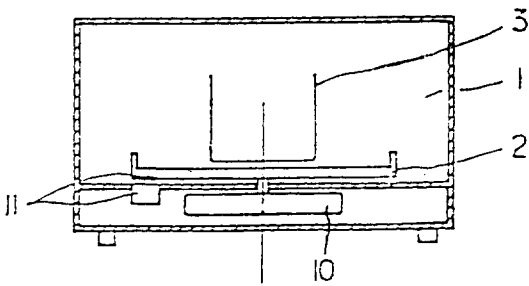


그림 11. 조리기

화를 가능하게 한다. 그림 11은 조리기(전자 렌즈)의 모터로서 이용한 경우로서 초음파 모터는 10으로 표기되어 있다. 그림 12는 테이프 레코더의 모터에 사용된 예로서, 초음파 모터는 2이다.

2.10 밸브

초음파 모터는 소형으로서 발생 토크가 크기 때문

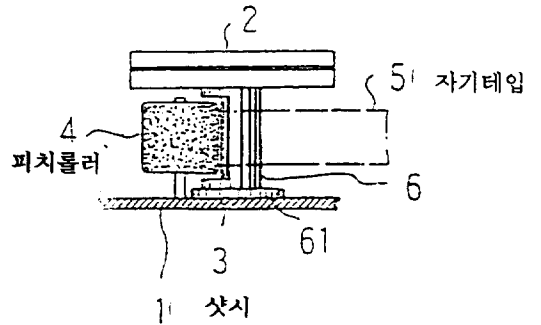


그림 12. 테이프 레코더

에, 항공기 밸브의 경우처럼 소형 경량화가 크게 요구되는 곳에 적합하다. 그림 13은 버터플라이 밸브의 개폐에 사용된 초음파 모터이다.

2.11 기타 분야

그외 연구되고 있는 응용 분야도 많으나 대표적인

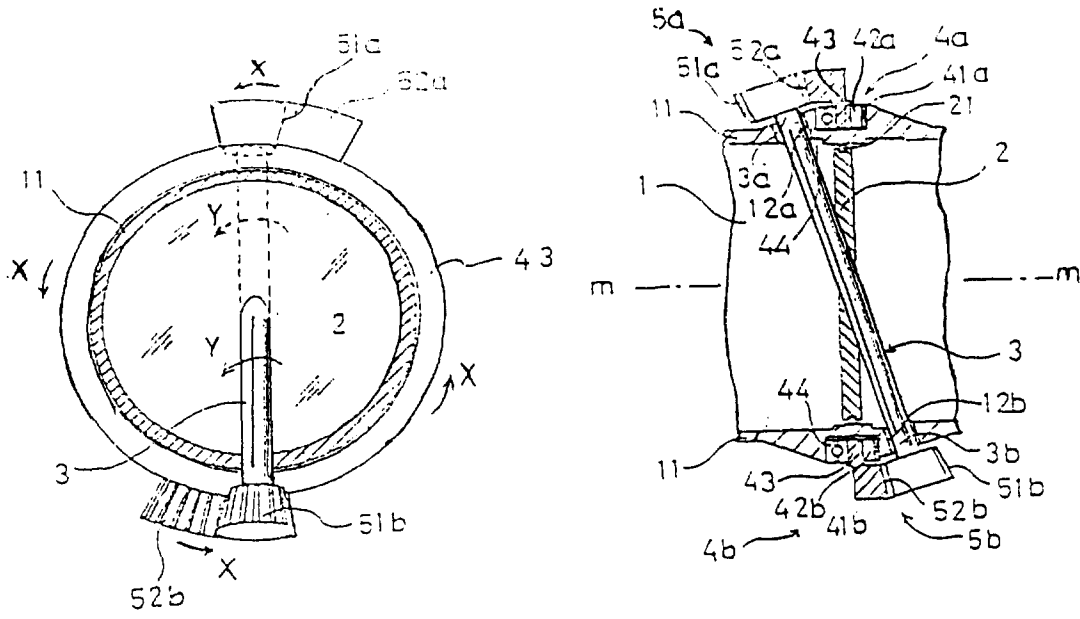


그림 13. 버터플라이 밸브

몇가지를 들어 보면 우선 미소 기계용 액추에이터가 있다. 전자 모터의 경우 미소화 했을 때 자기회로의 포화, 권선등이 미소화의 제약이되며 직경 수mm이하는 실현이 곤란한 것으로 보고 있다. 초음파 모터의 경우 직경 수mm 정도의 크기로 시작된 실적이 있으며 미소화의 본질적 제한 요인은 현재로는 불명이나 1mm이하의 크기도 충분히 가능할 것으로 전망되고 있어서 정전 모터와 함께 이 분야에 적용할 수 있는 대표적인 모터로 사료된다. 또 다른 응용으로 우주 기계용 모터로의 응용을 들 수 있는데, 진공 무중력 환경에서 사용되는 기기는 반동이 적도록 저속 운전이 바람직 하므로 초음파 모터가 적합하다.

3. 결 론

최근 출원된 일본의 특허를 중심으로 초음파 모터의 대표적인 응용 분야를 살펴보았다. 국내의 경우 KIST, 충북대 등의 기관에서 초음파 모터 개발에 관해 보고 된 바 있고 기업체에서도 시스템에 도입을 검토하고 있는 단계이나 광범위하게 활용을 시도하는 예는 드문 실정이다. 초음파 모터가 지니는 장점을 살리는 응용을 구상한다면 그 활용도는 크게 증대될 것으로 기대 된다.



임기조(林基祚)

1952년 5월 20일생. 1973년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1979년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1977~81년 국방 과학연구소. 현재 충북대 공대 전기공학과 교수.



강문성(姜文盛)

1954년 12월 2일생. 1978년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1980년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 일본 京都대학 전기공학과 졸업(공학박). 1979년 12월~1991년 9월 한국전력공사 기술연구원 선임연구원. 현재 청주대 이공대학 전자공학과 조교수.